



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 195 47 229 A 1**

(51) Int. Cl. 6:

**H 02 K 3/48**  
H 02 K 3/40

(21) Aktenzeichen: 195 47 229.2  
(22) Anmeldetag: 18. 12. 95  
(23) Offenlegungstag: 19. 6. 97

(71) Anmelder:  
Asea Brown Boveri AG, Baden, Argau, CH

(74) Vertreter:  
Rupprecht, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 61476 Kronberg

(72) Erfinder:  
Gasparini, Rico, Rieden, CH; Meier, Walter,  
Waltenschwil, CH

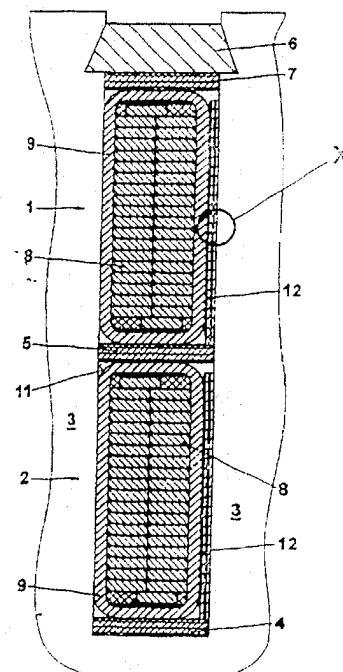
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 26 55 609 E1  
DE 42 33 558 A1  
DE 24 23 020 A1

SEQUENZ, H.: Herstellung der Wicklungen  
elektrischer Maschinen, Wien, New York, Springer  
Verlag, 1973, s. 159,160;  
JP Patents Abstracts of Japan: 59-136039 A., E- 282,  
Dec. 4,1984,Vol. 8, No.264;  
4- 71345 A., E-1222, June24,1992,Vol.16, No.285;

(54) Seitenfüllstreifen

(57) Der Seitenfüllstreifen (12) zum Ausfüllen des konstruktiv  
vorgegebenen Spiels zwischen den Seitenflächen der Wick-  
lungstäbe (1, 2) und den Nutwandungen (11) im Stator-  
blechkörper (3) einer rotierenden elektrischen Maschine ist  
mindestens dreilagig aufgebaut und besteht aus zwei äuße-  
ren Deckstreifen (13, 14) aus elektrisch halbleitenden Hart-  
gewebestreifen und einer Zwischenschicht (15) in Form  
eines elastisch verformbaren Films aus elektrisch halbleiten-  
dem Material.  
Er eignet sich insbesondere für elektrische Maschinen mit  
indirekt gekühlter Statorwicklung und ermöglicht eine optimale  
thermische und elektrische Ankopplung des Stabes an  
den Blechkörper der Maschine.



195 47 229 A 1

DE 195 47 229 A 1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf einen Seitenfüllstreifen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

## Technologischer Hintergrund und Stand der Technik

Der Einbau der Wicklungsstäbe der Statorwicklung großer elektrischer Maschinen in die Nuten im Statorblechkörper muß so erfolgen, daß ein enger elektrischer und mechanischer Kontakt zwischen der Staboberfläche und der Nutwand hergestellt wird.

Um diesen Kontakt sicherzustellen, sind im wesentlichen zwei verschiedene Vorgehensweisen bekannt (Sequenz "Herstellung der Wicklungen elektrischer Maschinen" Springer Verlag Wien New York, 1973, Seiten 159 und 160, insbesondere Abb. 96 auf Seite 159):

- a) Bereits von der Konstruktion her wird ein geringes Einbauspiel ( $\leq 0.5$  mm) vorgegeben, und an den Stellen mangelnder Kontaktgabe werden halbleitende Hartgewebeplatten von 0,2–0,5 mm eingeschoben, oder
- b) es wird ein zusätzliches Spiel (ca. 2 mm) vorgegeben, damit der Stab ohne Beschädigung seiner Außenflächen eingelegt werden kann, und es werden die verbleibenden Distanzen zwischen Stabseitenfläche und Nutwand mittels entsprechend dicken halbleitenden Füllstücken, die auch als wellenförmige Federn ausgebildet sein können, verkeilt und mit der Nutwand fest verbunden.

Bei der ersten Alternative stellt sich neben der genauen Einhaltung der Maße im Verlauf der Fertigung sowohl der Nut als auch der isolierten Stäbe das Problem, daß beim Eintreiben des Seitenfüllstreifens der Außenglimmschutz des Stabes oder gar die Hauptisolation beschädigt werden kann.

Die zweite Alternative ist grundsätzlich nur bei direkt gekühlten Wicklungen anwendbar, bei denen die Wärmeabfuhr durch eine derartige zusätzliche Nutfüllung nicht beeinträchtigt wird — besteht gleichfalls die Gefahr der Zerstörung von Außenglimmschutz und Hauptisolation.

## Kurze Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Seitenfüllstreifen zu schaffen, der den Wärmeübergang vom Stab zum Statorblechkörper nur wenig beeinflußt, leicht eingebaut werden kann und bei Einbau die Staboberfläche nicht beschädigt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Seitenfüllstreifen mindestens dreilagig aufgebaut ist und aus zwei äußeren Deckstreifen aus elektrisch halbleitenden Hartgewebebestreifen und einer Zwischenschicht in Form eines im wesentlichen elastisch verformbaren Films aus elektrisch halbleitenden Material besteht. Dieses Material ist vorzugsweise eine Silikonbeschichtung, die vorgängig mit leitenden Partikeln halbleitend gemacht wurde.

Der Vorteil der Erfindung ist insbesondere darin zu sehen, daß die Toleranzen von Stab und Nut durch den elastisch verformbaren Film überbrückt werden und gleichzeitig auch Spalte bedingt durch die zwar be-

grenzte, doch voneinander unabhängige Verformbarkeit der beiden Deckstreifen minimiert werden. Damit ist auch die elektrische Ankopplung der Staboberfläche an die Nutwandung optimal gewährleistet. Die "Sandwich-Konstruktion" weist aufgrund ihres Aufbaus aus elektrisch halbleitenden Materialien auch eine gute thermische Leitfähigkeit auf. Sie kann deshalb bevorzugt bei elektrischen Maschinen mit indirekt gekühlter Statorwicklung eingesetzt werden. Die mechanische Abstützung des Stabes in der Nut ist gleichfalls gegeben. Die beiden Deckstreifen sind darüber hinaus auch gegen Verschiebung oder Wandern durch die Zwischenschicht gesichert.

Ein Ausführungsbeispiele der Erfindung sowie weitere damit erzielbare Vorteile werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert.

## Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung schematisch dargestellt, und zwar zeigt:

Fig. 1 einen vereinfachten und auch nicht maßstäblichen Querschnitt durch zwei in einer Statornut übereinander angeordnete Wicklungsstäbe, die seitlich jeweils mit einem Seitenfüllstreifen gemäß der Erfindung festgelegt sind;

Fig. 2 das Detail X aus Fig. 1 in vergrößertem Maßstab.

## Wege zur Ausführung der Erfindung

In Fig. 1 liegen zwei Wicklungsstäbe, ein Oberstab 1 und ein Unterstab 2, in einer Statornut im Statorblechkörper 3 eines Turbogenerators. Am Nutgrund befindet sich ein Nutgrundstreifen 4, zwischen den beiden Stäben eine Zwischenlage 5 und zwischen dem Nutkeil 6 und dem Oberstab 1 ein Druckstreifen 7.

Unter- und Oberstab selbst sind aus einer Vielzahl nach dem Roebelprinzip verdrillter, elektrisch gegeneinander isolierter Teilleiter 8 aufgebaut und jeweils von einer Hauptisolation 9 umgeben. Die Oberfläche der Hauptisolation 9 ist mit einer elektrisch halbleitenden Schicht 10, dem Außenglimmschutz, versehen (Fig. 2). Insoweit sind Wicklungsstäbe und deren Einbau bekannt.

Zwischen der einen Nutwandung 11 und den beiden Stäben 1, 2 ist je ein Seitenfüllstreifen 12 eingelegt. Dieser erstreckt sich praktisch über die gesamte Stabhöhe und reicht etwa bis 2 mm an die Zwischenlage 5 bzw. den Druckstreifen 7 heran. In Nutlängsrichtung erstreckt er sich über die gesamte Länge der Nut, wobei bei größeren Eisenlängen der Seitenfüllstreifen 12 schon aus Einbaugründen in mehrere unter sich gleichartige Streifen unterteilt ist.

Wie aus Fig. 2, welche das Detail X aus Fig. 1 zeigt, hervorgeht, weist der Seitenfüllstreifen 12 eine Sandwich-Struktur auf und besteht aus zwei Deckstreifen 13, 14 aus einem elektrisch halbleitendem Hartgewebe (HGW-Leit) mit einer Volumenleitfähigkeit im Bereich 500 Ohm bis 100 kOhm, vorzugsweise zwischen 5 kOhm und 50 kOhm, und einer elastischen, gleichfalls elektrisch halbleitenden Zwischenschicht oder Film 15, der vorzugsweise aus Silikonelastomer besteht. Dieser Film wird in einer zwischen 0,1 und 0,2 mm dünnen Schicht auf den einen Deckstreifen 13 oder 14 aufgebracht. Nach dem Vernetzen des Elastomers — bei Zimmertemperatur dauert dieser Vorgang ca. 24 Stunden, bei höheren Temperaturen, z. B. in einem Ofen bei 70°C

nach ca. 30 Minuten — wird auf den nunmehr "ausgehärteten" Film 15 der zweite Deckstreifen aufgelegt und angedrückt. Aufgrund der zwischen Filmoberfläche und Deckstreifen wirkenden Adhäsionskräfte hält die so geschaffene Sandwich-Anordnung gut zusammen und läßt sich auch einfach handhaben. Zur Erzielung der notwendigen Volumenleitfähigkeit ist die Silikonelastomerschicht 15 vor ihrer Applikation mit elektrisch leitenden Partikeln, z. B. Ruß- oder Graphitpartikeln versetzt worden, um eine Volumenleitfähigkeit im Bereich 500 Ohm bis 100 kOhm, vorzugsweise zwischen 5 kOhm und 50 kOhm, zu erhalten. Der Seitenfüllstreifen 12 wird nach dem Einbringen des Nutgrundstreifens 4 und des Unterstabs 2 sowie der Zwischenlage 5 und des Oberstabs 1 in den Spalt S zwischen den Breitseiten der Stäbe 1, 2 und der Nutwand 11 getrieben. Aufgrund der Nachgiebigkeit bzw. Elastizität der Zwischenschicht 15 paßt sich der Seitenfüllstreifen 12 nahezu perfekt an den Spalt S an, verdrängt dabei Luft und stellt die elektrische und thermische Ankopplung der Stabseitenflächen 20 an die Nutwandung 11 her.

Wie bereits eingangs im Zusammenhang mit Alternative a) erläutert, sind mit modernsten Fertigungsmethoden Einbauspiele bis 1 mm, typisch um 0,6—0,7 mm technisch und wirtschaftlich sinnvoll zu erreichen. Da- 25 nach bemessen sich auch die Dicken  $d_{13}$ ,  $d_{14}$  der beiden Deckstreifen 13, 14 und die Dicke  $d_{15}$  des dazwischenliegenden Films 15. Bei einem konstruktiv vorgegebenen Einbauspiel von 0,5 mm sind die beiden Deckstreifen 13, 14 je 0,2 mm dick, die Dicke des Films liegt bei 0,15 mm. 30 Beim Eintreiben des derart aufgebauten und dimensionierten Seitenfüllstreifens 12 werden dann Toleranzen von Stab, Nut und dem Seitenfüllstreifen selbst durch die verformbare Zwischenlage "geschluckt".

Die Erfindung wurde im vorstehenden anhand eines 35 dreilagigen Seitenfüllstreifens 12 erläutert. Ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen, können auch fünf- oder mehrlagige Seitenfüllstreifen verwendet werden. Wesentlich ist, daß jeweils vergleichsweise "weiche" 40 dünne elastisch verformbare Filme zwischen benachbarten "hartem" Material zu liegen kommen, die durch die beim Eintreiben auf die "weiche" Schicht einwirkenden Kräfte nicht herausgequetscht werden können.

## Bezugszeichenliste

45

1 Oberstab	
2 Unterstab	
3 Statorblechkörper	
4 Nutgrundstreifen	50
5 Zwischenlage	
6 Nutkeil	
7 Druckstreifen	
8 Teilleiter	
9 Hauptisolation	55
10 Außenglimmschutz	
11 Nutwandungen	
12 Seitenfüllstreifen	
13, 14 Deckstreifen	
15 Silikonzwischenschicht	60

## Patentansprüche

1. Seitenfüllstreifen zum Ausfüllen des konstruktiv vorgegebenen Spiels zwischen den Seitenflächen 65 der Wicklungsstäbe (1, 2) und den Nutwandungen (11) im Statorblechkörper (3) einer rotierenden elektrischen Maschine, dadurch gekennzeichnet,

daß der Seitenfüllstreifen (12) mindestens dreilagig aufgebaut ist und aus zwei äußeren Deckstreifen (13, 14) aus elektrisch halbleitenden Hartgewebe-streifen und einer Zwischenschicht (15) in Form eines im wesentlichen elastisch verformbaren Films aus elektrisch haibleitenden Material besteht.

2. Seitenfüllstreifen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckstreifen (13, 14) aus einem elektrisch halbleitenden Hartgewebe, und die Zwischenschicht (15) aus Silikonelastomer besteht, welche Silikonschicht vorgängig mit leitenden Partikeln halbleitend gemacht wurde.

3. Seitenfüllstreifen nach Anspruch 1 oder 2, daß die Dicke ( $d_{15}$ ) der Zwischenschicht (15) zwischen 0,1 und 0,2 mm beträgt.

4. Seitenfüllstreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei Mehrschicht-wicklungen jedem Stab (1, 2) ein Seitenfüllstreifen (12) zugeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

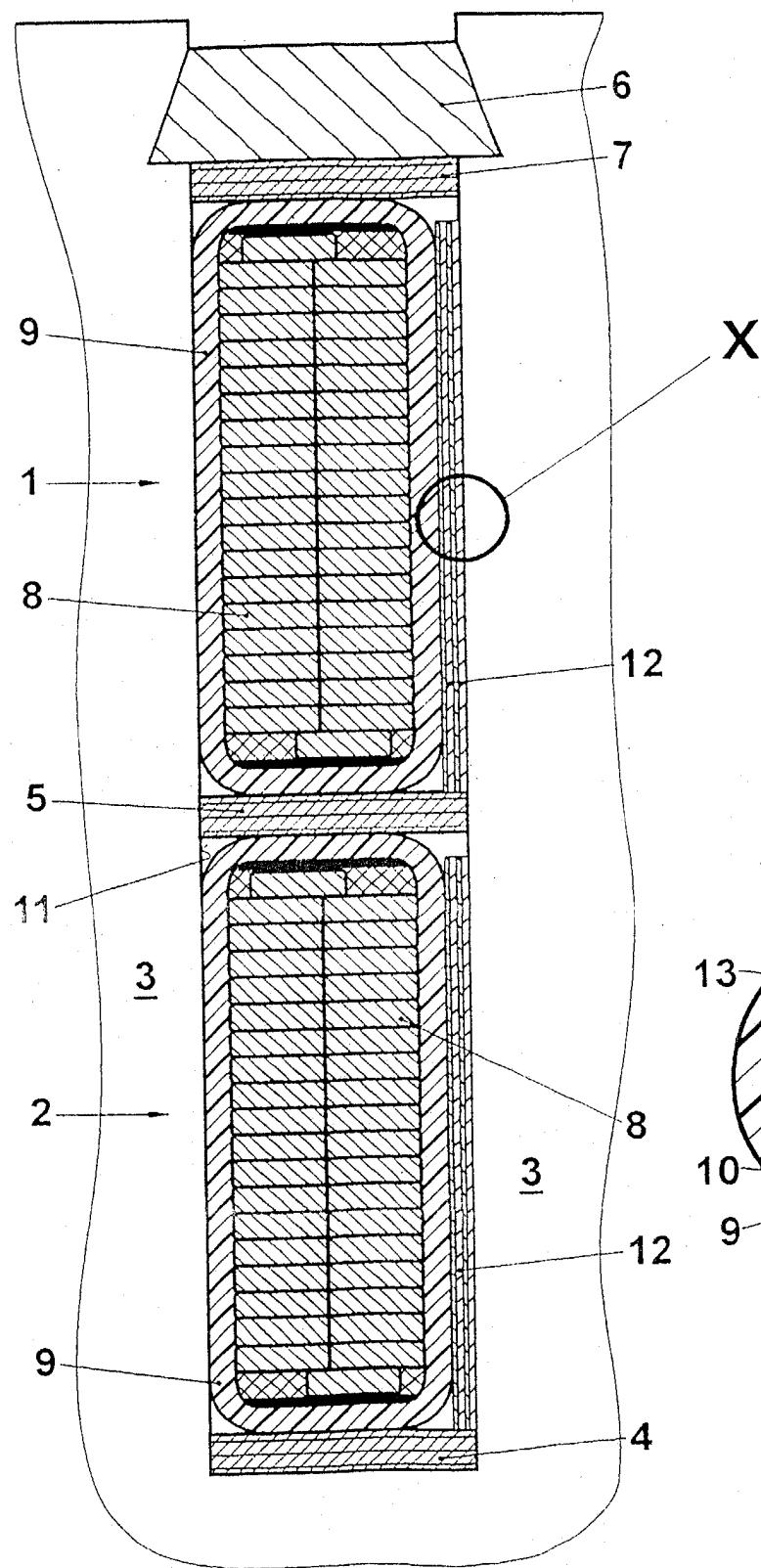


FIG. 1

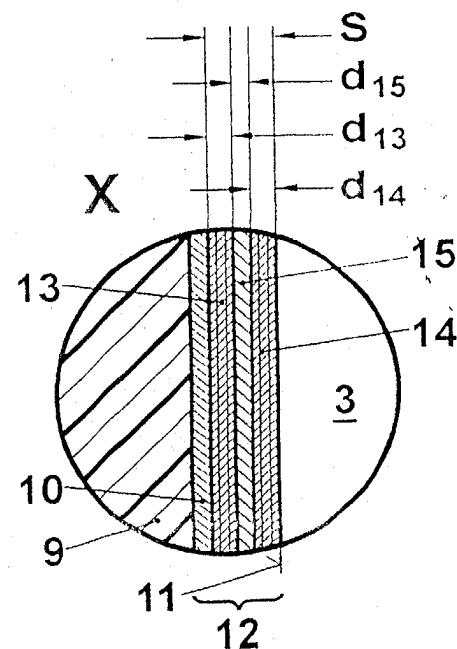


FIG. 2